

# SEMINÁRNÍ PRÁCE

## EVE 2015

### Aktuálně používané pesticidy ve sladkovodních akvatických ekosystémech

#### Obsah

---

1	PESTICIDY VE VODNÍM PROSTŘEDÍ A JEJICH VLIV NA VODNÍ ORGANISMY	1
2	NEJVÍCE POUŽÍVANÉ A NACHÁZENÉ PESTICIDY .....	2
2.1	NEJVÍCE POUŽÍVANÉ PESTICIDY V ZEMĚDĚLSTVÍ .....	2
2.2	NEJVÍCE NACHÁZENÉ PESTICIDY VE VODÁCH.....	4
3	ZDROJE A VSTUPY PESTICIDŮ PRO VODNÍ PROSTŘEDÍ.....	5
4	OSUD PESTICIDŮ VE VODNÍM PROSTŘEDÍ, POTENCIÁLNÍ ÚČINKY RIZIKA..	6
4.1	GLYFOSÁT.....	6
4.1.1	Funkce a využití glyfosátu.....	6
4.1.2	Transport do vodního prostředí a degradace.....	7
4.1.3	Toxicita a rizikovost ve vodním prostředí.....	7
5	Reference.....	8

# 1 PESTICIDY VE VODNÍM PROSTŘEDÍ A JEJICH Vliv NA VODNÍ ORGANISMY

---

Přípravky na ochranu rostlin se využívají po staletí, ve velkém měřítku se začaly vyrábět průmyslově po druhé světové válce.

Aplikace pesticidů výrazně zmenšuje ztráty, které v zemědělské výrobě působí škodlivý hmyz a ostatní živočichové, houbové choroby a plevely. Chemické zásahy se v rostlinné výrobě velmi často provádějí i preventivně. Použití pesticidních přípravků sebou nese i řadu nežádoucích doprovodných účinků na životní prostředí, především na vodní ekosystém.

Nejvíce otrav ryb pesticidy (až 6%) bylo v ČR zaznamenáno v 60. až 80. letech 20. století. Od 90 let 20. století se kladly nároky na výrobu a používání šetrnější pesticidní přípravků k životnímu prostředí a postupně došlo ke snížení otrav ryb pesticidy (v 90. letech do 2%).

V posledních letech již nebyly zaznamenány akutní otravy ryb pesticidy, stále je však problematika pesticidů ve vodním prostředí aktuálním tématem. Jde především o subletální koncentrace pesticidů a jejich metabolitů, které mají nepříznivý vliv nejen na ryby, ale na celý vodní ekosystém a navazující složky potravního řetězce.

Ve vodním prostředí způsobují nebo způsobovaly nejhorší dopady na vodní prostředí a necílové vodní organismy následující skupiny pesticidů: organofosfáty, triaziny, karbamáty, chlorované uhlovodíky, pyrethroidy a sloučeniny kovů (1)

## 2 NEJVÍCE POUŽÍVANÉ A NACHÁZENÉ PESTICIDY

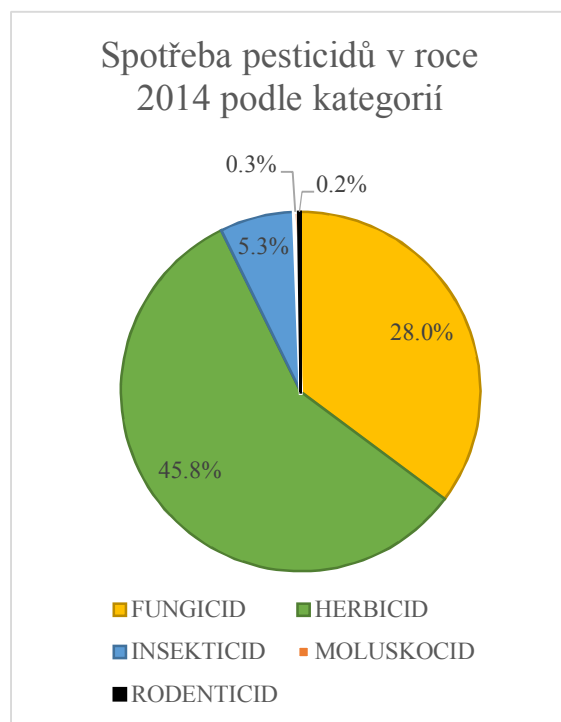
### 2.1 NEJVÍCE POUŽÍVANÉ PESTICIDY V ZEMĚDĚLSTVÍ

Dle Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, z jehož stránek jsem čerpala, je téměř 80% z látek používaných v zemědělství za rok 2014 pesticidy, nejvíce jsou používány herbicidy (45,8%), dále fungicidy, insekticidy, rodenticidy a moluskocidy (viz tab. 1) (2)

Tabulka 1: procentuální zastoupení pesticidů v rámci prostředků na ochranu rostlin

Graf 1: procentuální zastoupení pesticidů podle kategorií

KATEGORIE	CELKEM	PODÍL Z CELKU
ADITIVUM	4 381,57	
ADJUVANT	58 936,95	
AKARICID	705,22	
ANTITRANSPIRANT	87 099,48	
BIOPREPARÁT	4 470,15	
DEFICIENČNÍ KOMPENZACE A KOMODITNÍ SUBSTANCE	309,31	
DESIKANT	26 257,12	
FEROMON	23,82	
<b>FUNGICID</b>	<b>1 403 184,30</b>	<b>28,0%</b>
<b>HERBICID</b>	<b>2 294 533,38</b>	<b>45,8%</b>
<b>INSEKTICID</b>	<b>265 185,40</b>	<b>5,3%</b>
<b>MOLUSKOCID</b>	<b>15 844,34</b>	<b>0,3%</b>
PASIVNÍ POMOCNÝ PROSTŘEDEK	124 313,88	
PODPORA ZDRAVOTNÍHO STAVU	48 376,05	
REGULÁTOR RŮSTU A VÝVOJE	663 121,78	
REPELENT	1 900,72	
<b>RODENTICID</b>	<b>8 983,59</b>	<b>0,2%</b>
CELKEM	5 007 627,07	100,0%
<b>Z TOHO PESTICIDY</b>	<b>3 987 731,01</b>	<b>79,6%</b>

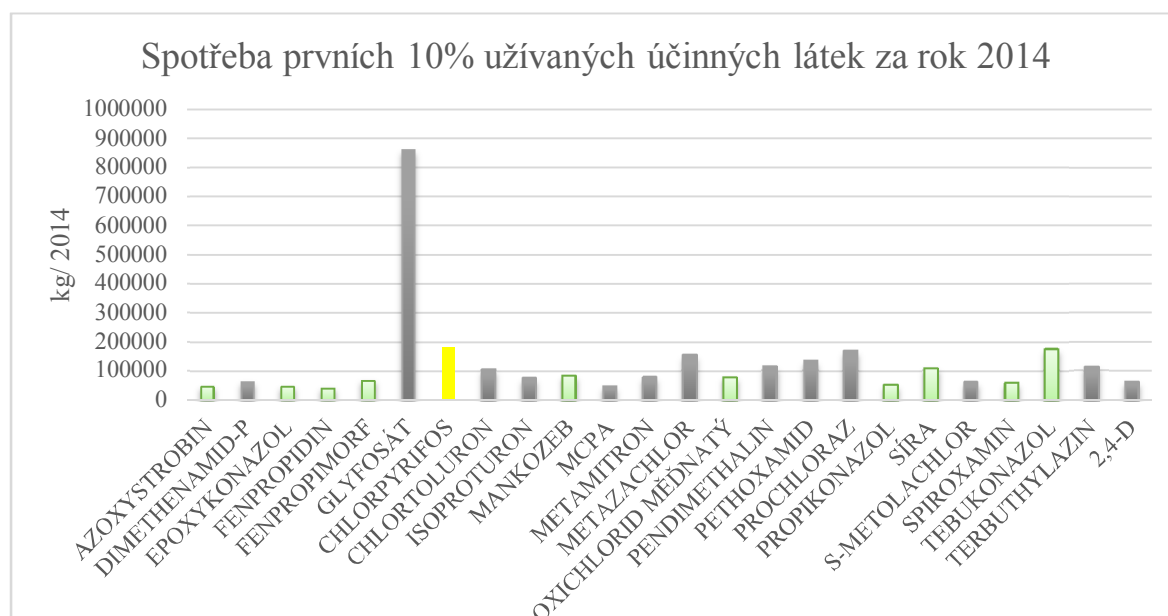


Z hlediska účinných látek pak následující tabulka shrnuje prvních 10% nejpoužívanějších účinných látek v pesticidech za rok 2014, rozdělených podle kategorií. Z grafu pak vyplývá, že co se týče objemu, byl za rok 2014 nejpoužívanějším pesticidem glyfosát. (3)

Tabulka 2: Prvních 10% účinných látek v pesticidech

látka	kg/l	kategorie
<b>AZOXYSTROBIN</b>	46636,06	fungicid
<b>DIMETHENAMID-P</b>	63056,22	herbicid
<b>EPOXYKONAZOL</b>	46592,49	fungicid
<b>FENPROPIDIN</b>	41402,38	fungicid
<b>FENPROPIMORF</b>	67518,13	fungicid
<b>GLYFOSÁT</b>	858510,66	herbicid
<b>CHLORPYRIFOS</b>	179364,62	insekticid
<b>CHLORTOLURON</b>	104533,70	herbicid
<b>ISOPROTURON</b>	73389,77	herbicid
<b>MANKOZEB</b>	82367,89	fungicid
<b>MCPA</b>	45410,40	herbicid
<b>METAMITRON</b>	77091,55	herbicid
<b>METAZACHLOR</b>	152394,41	herbicid
<b>OXICHLORID MĚDNATÝ</b>	76047,77	fungicid
<b>PENDIMETHALIN</b>	113702,88	herbicid
<b>PETHOXAMID</b>	133022,99	herbicid
<b>PROCHLORAZ</b>	168386,79	fungicid
<b>PROPIKONAZOL</b>	48983,67	fungicid
<b>SÍRA</b>	107578,71	fungicid
<b>S-METOLACHLOR</b>	59552,25	herbicid
<b>SPIROXAMIN</b>	55742,99	fungicid
<b>TEBUKONAZOL</b>	171853,30	fungicid
<b>TERBUTHYLAZIN</b>	113121,08	herbicid
<b>2,4-D</b>	60141,03	herbicid

Graf 2: Spotřeba prvních 10% užívaných pesticidů podle množství



## 2.2 NEJVÍCE NACHÁZENÉ PESTICIDY VE VODÁCH

Z panevropského průzkumu výskytu vybraných polárních organických perzistentních polutantů (4) v povrchové vodě vyplývá, že pesticidy jsou jedněmi z nejvíce relevantních a nejdůležitějších chemikálií nacházených v evropských povrchových vodách.

DEET, důležitý insekticid, byla nejčastěji zjištěná sloučenina v této studii.

Další relevantní pesticidy (herbicidy) nebo jejich rozkladné produkty byly Atrazin, Desethylatrazin, Desethylterbutylazin, Simazin, Terbuylazine, Bentazon, Propazin, Diuron, Chloridazon-desfényl (a methyldesphenyl), Mecoprop, DMS, MCPA, a dichlorprop. Pesticidy, které překročily normu EU pro povrchovou vodu 0,1 mg / l byly nejčastěji chloridazon-desfényl, DMS, desethylatrazin, Chloridazon-methyldesphenyl, bentazon, Desethylterbutylazin, DEET, a dichlorprop.

### 3 ZDROJE A VSTUPY PESTICIDŮ PRO VODNÍ PROSTŘEDÍ

---

Pesticidy a živiny mohou vstoupit do povrchových podzemních vod, a mít vážné dopady na kvalitu pitné vody, a náklady na její zpracování. Jejich přítomnost v povrchových vodách může také mít vážné důsledky pro život ve vodním ekosystému. (5)

Pesticidy vstupují do povrchových vod z bodového zdroje kontaminace po např. náhodném rozliti (6), a z difúzních zdrojů následujících jejich aplikaci na plodiny. Mohou být toxické pro vodní organismy a některé jsou potenciálně karcinogenní (7).

Mnoho pesticidů je užíváno ve vysokých koncentracích účinné látky a je zde vysoké riziko incidentů znečištění vyplývajících z úniků, nevhodné likvidace a praní postřikovačů. Difúzní znečištění vody pesticidy je výsledkem především povrchového odtoku po stříkání, spíše než vstupu pesticidů do kolektorů. Pro plodiny suchých oblastí odvodnění může zvýšit pohyb pesticidů z pole do povrchových vod, obejdením půdních profilů, kde by se takové pesticidy jinak rozložily (7)

Přítomnost pesticidů jako znečišťujících látek ve vodách závisí na jejich mobilitě, rozpustnosti a rychlosti degradace. Vysoce perzistentní organochlorové pesticidy se již nepoužívají v orné půdě, což vede ke snížení rizika znečištění při mimořádných událostech při polních pracích. Mnoho moderních pesticidů se rychle rozkládá v půdě nebo na slunečním světle, ale zřejmě mohou přetrvávat, pokud se dostanou do podloží, nebo podzemní vody v důsledku snížení mikrobiální aktivity, nepřítomnosti světla a nižší teploty. (8)

## 4 OSUD PESTICIDŮ VE VODNÍM PROSTŘEDÍ, POTENCIÁLNÍ ÚČINKY RIZIKA

---

### 4.1 GLYFOSÁT

Vzhledem k tomu, že jak vyplývá z výš uvedených tabulek a grafů, je nejpoužívanějším pesticidem v ČR glyfosát, zaměřila jsem se dále při studiu osudu a rizik ve vodním prostředí na něj.

#### 4.1.1 Funkce a využití glyfosátu

Glyfosát [N- (fosfonomethyl) glycin], který je aktivní složkou v Roundupu a jiných herbicidních přípravcích, je širokospektrální, postemergentní, neselektivní herbicid. Je to nejprodávanější chemická látka používaná k hubení plevelu na světě v zemědělském, lesnickém a městském prostředí. (9) (10) (11) (12)

Toto široké použití může být připisováno vysoké účinnosti při hubení plevelu, nízké toxicitě pro necílové organismy a zřejmě velmi omezenému riziku vyluhování do podzemních vod, protože glyfosát se zdá být inaktivován v půdách silnou sorpcí a relativně rychlou degradací. (9) (13) (14) (15) (16) (17)

Herbicidní funkci glyfosátu je zabránění rostlině v syntéze základních aromatických aminokyselin (fenylalaninu, tryptofanu a tyrosinu), ale vzhledem k tomu že živočišné zvířata nejsou schopni syntetizovat tyto aminokyseliny, nejsou tímto ovlivněni. (16) (18)

K dalšímu zvýšení popularity glyfosátu přispělo zavedení Roundup Ready plodin v roce 1997, bavlny, kukuřice a sóji, (11), které jsou rezistentní vůči glyfosátu díky inkorporaci přirozeně se vyskytujícího, vůči glyfosátu rezistentního proteinu.

Široké využití, a tím i všudypřítomnost, glyfosátu klade velké nároky bezpečnost používání glyfosátu, tj absenci jakéhokoliv škodlivého vlivu na životní prostředí, s výjimkou účinku na cílové organismy (nežádoucí plevel). (19)

#### 4.1.2 Transport do vodního prostředí a degradace

K transportu potenciálně sorbovatelných sloučenin, jako je glyfosát a jeho metabolit AMPA ze suchozemského do vodního prostředí může dojít v roztoku a v suspenzi, to jest sloučeniny mohou být přepravovány jako soluty nebo kotransportovány vázané na půdní koloidy. Obě rozpuštěné a na částice vázané formy mohou být přesunuty vyluhováním prostřednictvím půdního a povrchového odtoku.

Podpovrchové průsakové vody skončí v melioracích a podzemních vodách, zatímco přímými příjemci povrchovým odtokem transportovaného materiálu jsou otevřené vody, jako jsou potoky a jezera. (20) (21)

Ve studii Rueppel et.al (22) bylo prokázáno, že ke kompletní a rychlé degradaci glyfosátu [N-fosfonomethylglycinu (I)] dochází v půdě nebo ve vodě mikrobiologicky a ne chemickým působením. U původního herbicidu také bylo prokázáno, že je stabilní vůči slunečnímu záření, málo vyluhovatelný z půdy, má nízký sklon k odtoku a minimální vliv na půdní mikroflóru

#### 4.1.3 Toxicita a rizikovost ve vodním prostředí

Ve studii Folmara et.al., (23) provedené pro stanovení akutní toxicity glyfosátu a přípravku Roundup® na čtyři vodní bezobratlé a čtyři ryby: *Daphnia magna*, *Gammarus pseudolimnaeus*, larvy *Chironomus plumosus*, nymfy jepic *Ephemerella walkeri*, pstruha duhového (*Salmo gairdneri*), střevle (*Pimephales promelas*), sumce (*Ictalurus punctatus*), a *Lepomis macrochirus*.

Akutní toxicita pro Roundup pohybovala v rozmezí od 2,3 mg / l (96-h LC50, střevle) na 43 mg / l (48 h EC50, zralé střevle).

Technický glyfosát byl podstatně méně toxický než Roundup; pro komáří larvy, 48-h EC50 byl 55 mg / l a pro pstruha duhového, 96-h LC50 byla 140 mg / l.

Roundup byl více toxický pro pstruha duhového a bluegills při vyšších zkušebních teplotách, a při pH 7,5 než při pH 6,5. Toxicita se nezvýšila při pH 8,5 nebo 9,5.

Okaté vejce byly nejméně citlivé stádiem života ryb, ale toxicita se výrazně zvýšila, když ryby vstoupily do fáze potěru.

Nebyly pozorovány žádné změny v plodnosti nebo gonadosomatickém u dospělých jedinců pstruha duhového ošetřeného Roundupem až do 2,0 mg / l.

Stárnutí zkušebních roztoků Roundupu po sedm dnů nesnížilo toxicitu na larvy pakomárů, pstruha duhového nebo *Lepomis macrochirus*.

Ve studiích avoidance se pstruh duhový nevyhnul ani koncentraci izopropylaminové soli až do 10,0 mg / l; jepice nymfy se vyhýbaly 10,0 mg / l Roundupu, ale ne 1,0 mg / l.

V simulovaném polní aplikaci se komáří larvy vyhýbaly 2,0 mg / l Roundupu.

Aplikace Roundupu při doporučených množstvích v oblasti zavlažovacích kanálů by neměla mít nepříznivý vliv rezidentní populace ryb a bezobratlých. Nicméně, jarní aplikace v lentických situacích, kdy jsou hladiny rozpuštěného kyslíku nízké nebo jsou zvýšené teploty, by mohly být nebezpečné pro mladé ryby.



## 5 REFERENCE

---

1. *Pesticidy ve vodním prostředí a jejich vliv na vodní organismy*. Ing. Stará Alžběta, Ph.D. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. Odborný seminář "Pesticidy v životním prostředí". str. 15.
2. **Musil, Mgr. Bohumil.** : ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ, 2014.
3. ÚKZÚZ. *Spotřeba účinných látek (kg, l) - názvy úč. l. česká verze.* : Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2014.
4. **Robert Loos et.al.** Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water. *Water Research*. 2010, Sv. 14, 44.
5. **C. Stoate et. al.** Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*. 2001, Sv. 44.
6. **Anonn.** UK study on IPU pollution. *Agrow*. 1999.
7. **Cartwright et. al.** The impact of agriculture on water quality. *Outlook on Agriculture*. 1991.
8. **Agency, Environment.** Pesticides in the Aquatic Environment. 1999.
9. **AD, Baylis.** Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pests Management Science*. 2008.
10. **Franz JE, Mao MK and Sikorski JA.** *Glyphosate: a Unique Global Herbicide.*: American Chemical, 1997. ACS Monograph.
11. **Kolpin DW, Thurman EM, Lee EA, Meyer MT, Furlong ET and Glassmeyer ST.** Urban contributions of glyphosate and its degradate AMPA to streams in the United States. *Science of the Total Environment*. 2006.
12. **Veiga F, Zapata JM, Marcos MLF and Alvarez E.** Dynamics of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in forest soil in Galicia, north-west Spain. *Science of the Total Environment*. 2001.
13. **Busse MD, Ratcliff AW, Shestak CJ and Powers RF.** Glyphosate toxicity and effects of long-term vegetation control on soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*. 2001.
14. **M, Cox C and Sorgan.** Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. *Environmental Health Perspectives*. 2006.
15. **H, Vereecken.** Mobility and leaching of glyphosate: a review. *Pest Management Science*. 2006.
16. **Giesy JP, Dobson S and Solomon KR.** Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2000.
17. **Gimsing AL, Borggaard OK and Bang M.** Influence of soil composition on adsorption of glyphosate and phosphate by contrasting Danish surface soils. *European Journal of Soil Science*. 2004.
18. **S, Monheit.** Glyphosate-based Aquatic herbicides. An overview of risk.
19. **Ole K Borggaard, Anne Louise Gimsing.** Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. *Pest Management Science*. 64, 2008.

20. **B, Borggaard OK and Elberling.** *Pedological Biogeochemistry*. Paritas, Brøndby, Denmark , 2004.
21. **RR, Brady NC and Weil.** *The Nature and Properties of Soils*. Prentice-Hall, Upper Saddle River ,1999.
22. **Melvin L. Rueppel a Blanche B. Brightwell, Jacob Schaefer, and John T. Marvel.** Metabolism and Degradation of Glyphosate in Soil and Water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1977.
23. **L. C. Folmar, H. O. Sanders, A. M. Julin.** Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1979.